

張弦PC橋の経済性を考えた構造諸元の検討

熊本大学工学部 学生員 ○伊藤 雪 (株)ピー・エス 正 員 前田 文男
 熊本大学工学部 正 員 崎元 達郎 熊本大学工学部 正 員 渡辺 浩

1. はじめに

現在のところ、PC橋では表-1 に示すように、中規模支間(50~100 m)において有効な構造形式に乏しい。特に、同スパンの単純桁については有効な構造形式がない。ここでは、張弦梁を用いた単純桁橋構造形式「張弦PC橋」について検討する。張弦PC橋はストラットを用いることで桁高以上にPC鋼材を偏心させるため、プレストレスによるPC鋼材の曲げ成分を有効に利用することが出来る。張弦PC橋の経済性は、施工方法に大きく左右されるので一概には言えないが、材料に関してはT桁橋や箱桁橋に比べ、コンクリート及びPC鋼材を軽減することが出来る。本研究では材料単価に重点をおき、より経済的に建設できる構造諸元の検討を行った。

表-1 PC橋の適応支間

	50	100
プレテン 桁		
中空 庄 版		
単 純 T 桁		
合 成 桁		
単 純 箱 桁		
連続箱桁(押出し)		
連続箱桁(支保工)		
連続箱桁(張出し)		

2. 解析方法

解析には骨組解析によるPC橋設計プログラムを使い、図-1 のような構造の橋長 70m の張弦PC橋を主桁の応力度が許容範囲に収まるように設計する。解析パラメータを表-2 に示す。外ケーブルには $P_u=712\text{t/本}$ のものを用いる。許容値は $0.55P_u$ とし、導入張力を 50t 単位で調整する。内ケーブルは $P_u=225\text{t/本}$ のものを用い、偶数本を直線図心配置とする。

解析手順は、まずストラット本数・サグ量・断面形状・桁高を固定し、次に最小外ケーブル本数を求め、必要ならば内ケーブルを入れることにした。

表-2 解析パラメータ

ストラット(本)	4, 5
サグ量(m)	6, 7, 8, 9, 10, 15, 20
桁断面形状	ホロー桁, 箱桁
桁高(箱桁のみ)(m)	2.0, 2.2, 2.5, 2.7
外ケーブル(本)	1~8
内ケーブル(本)	0以上

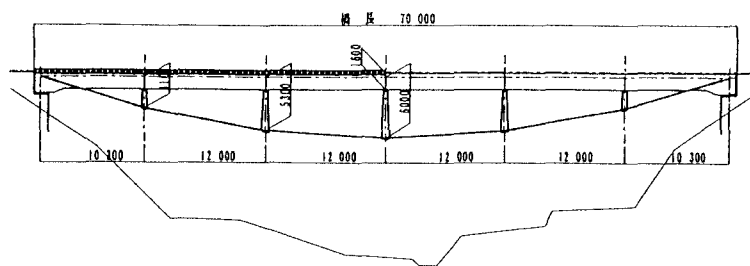
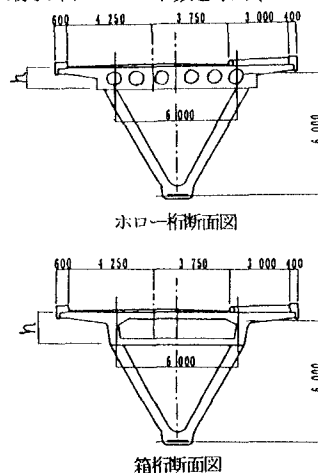


図-1 張弦PC橋の側面図および断面図



3. 解析結果および考察

ストラット本数を変化させても鋼材量はほぼ同じであるため、工費の差はほとんどない。よってストラット5本の箱桁構造について考察することにした。

図-2に活荷重による外ケーブルの応力変動量を示す。本研究では変動量の許容範囲を 10kgf/mm^2 以下とした。これは、外ケーブル応力度の許容値を道路橋示方書に定められた $0.4P_u$ とした場合、応力変動量はメーカー保証値で $20\sim 30\text{kgf/mm}^2$ まで許容されているが、ここでは内ケーブル方式のPC橋に準じて $0.55P_u$ としているため 10kgf/mm^2 とした。この図より、ホロー桁では応力振幅が大きすぎこの構造には適さないことがわかる。

表-3 工費単価

コンクリート(桁)	12 万円/ m^3
コンクリート(スラット)	36 万円/ m^3
内ケーブル	500 万円/tf
外ケーブル	200 万円/tf

必要材料量に単価(表-3)をかけて求めた工費を比較することにした。当初、外ケーブル量は主桁の応力度が許容範囲内に収まる最小量として求めたが、工費の計算においては、応力変動量が 10kgf/mm^2 以上になる場合についてはそれ以下になるように外ケーブル量を増やしたものについて行った。図-3に工費の比較図を示す。このグラフより、サグ量12m以下では箱桁の中でも桁高が高いほど工費が安くなることがわかる。これは桁の剛性が高く外ケーブルの応力変動に対して有利なためである。しかしながら、サグ量12m以上になると桁高が高いほど内ケーブルが必要となり工費は高くなる。従って工費と桁高の関係は逆転する。いずれにしても、サグ量10m(支間・サグ比1/7)で桁高 $h=2.5\sim 2.7\text{m}$ の場合に工費は最小となる。

実際に施工する場合張力変動に対する敏感度が問題になるため、外ケーブルの最適導入張力を3%変動させた場合の桁応力度の変動量を調べた(図-4)。その結果、桁高が高いほど外ケーブルの張力変動に対する敏感度が小さく、より施工しやすいということがわかった。

4. 結論

ここで検討したパラメータの範囲内では、スラット5本・サグ量10m・桁高 $h=2.5\sim 2.7\text{m}$ の箱桁構造の張弦PC橋が、材料単価を考えた場合にもっとも経済的であるという方向性が得られた。

今回の研究では張弦PC橋の構造諸元を検討を行ったが、終局時の破壊プロセスの問題など課題も多い。来年度には1/10の模型実験も計画中であり、さらに細部の検討を進めていきたい。

参考文献 前田,崎元; 中規模PC橋の構造形式に関する一提案, 土木学会第51回年講V-450, 平成8年9月, pp.900-901

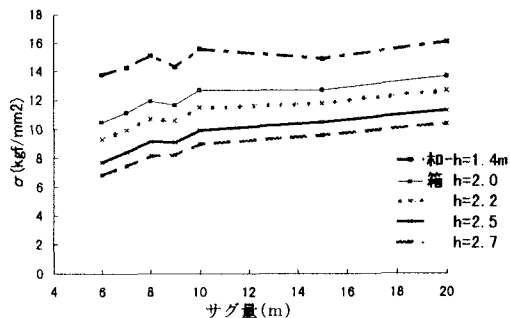


図-2 活荷重による鋼材応力の変動量

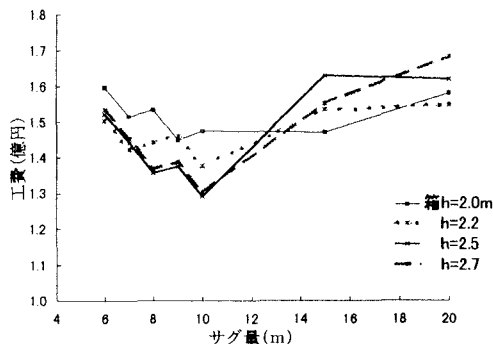


図-3 スラット5本, 箱桁断面の工費比較

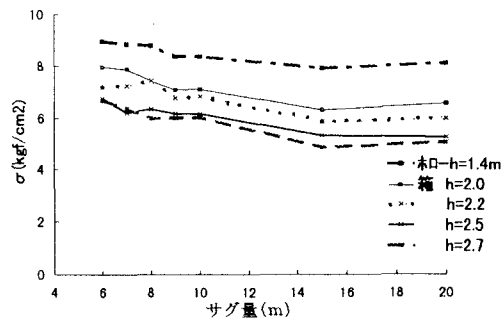


図-4 張力変動に対する桁応力度の変動量(敏感度)